

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 08-125636
 (43)Date of publication of application : 17.05.1996

(51)Int.Cl. H04J 14/00
 H04J 14/02
 H04B 10/02
 H04B 10/08
 H04J 1/16

(21)Application number : 06-255002
 (22)Date of filing : 20.10.1994

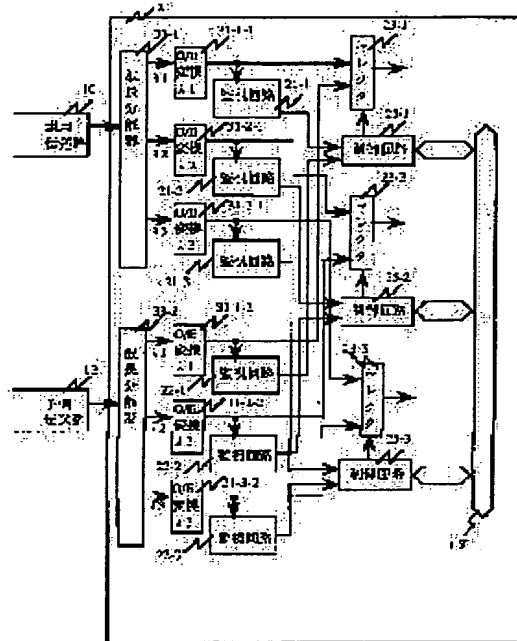
(71)Applicant : HITACHI LTD
 (72)Inventor : TAKATORI MASAHIRO
 NAKANO YUKIO
 SASAKI SHINYA

(54) METHOD FOR WAVELENGTH MULTIPLEX PROTECTION AND ITS TRANSMITTER

(57)Abstract:

PURPOSE: To obtain a method of quick and sure protection in a wavelength multiplex transmission line by transferring signals of all wavelengths including signals of other wavelength sent through an active transmission line through wavelength multiplex to a standby transmission line when an error is detected in the signal.

CONSTITUTION: When a fault takes place in an E/O converter, a monitor circuit 21-1 informs occurrence of fault to a control circuit 25-1. The control circuit 25-1 controls a selector 23-1 and selects an output of an ODE converter 31-1-2 in place of an output of an O/E converter 31-1-1. Furthermore, the control circuit 25-1 gives a changeover instruction to other control circuits 25-2, 25-3. The control circuits 25-2, 25-3 receiving the changeover instruction select the reception of the signal from a standby transmission line 12. Through the operation above, even when an error is detected from a signal of a single wavelength only in the active wavelength multiplex transmission line 10, or an error takes place simultaneously in signals of one wavelength or over, the reception of signals of all wavelengths from the standby transmission line 12 is easily selected.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]
 [Date of sending the examiner's decision of rejection]
 [Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]
 [Date of final disposal for application]
 [Patent number]
 [Date of registration]
 [Number of appeal against examiner's decision of rejection]
 [Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]
 [Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2000 Japanese Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-125636

(43) 公開日 平成8年(1996)5月17日

(51) Int.Cl.⁵

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

H 0 4 J 14/00

14/02

H 0 4 B 10/02

H 0 4 B 9/ 00

E

H

審査請求 未請求 請求項の数23 O L (全 24 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号

特願平6-255002

(22) 出願日

平成6年(1994)10月20日

(71) 出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(72) 発明者 ▲高▼取 正浩

東京都国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地

株式会社日立製作所中央研究所内

(72) 発明者 中野 幸男

東京都国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地

株式会社日立製作所中央研究所内

(72) 発明者 佐々木 慎也

東京都国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地

株式会社日立製作所中央研究所内

(74) 代理人 弁理士 小川 勝男

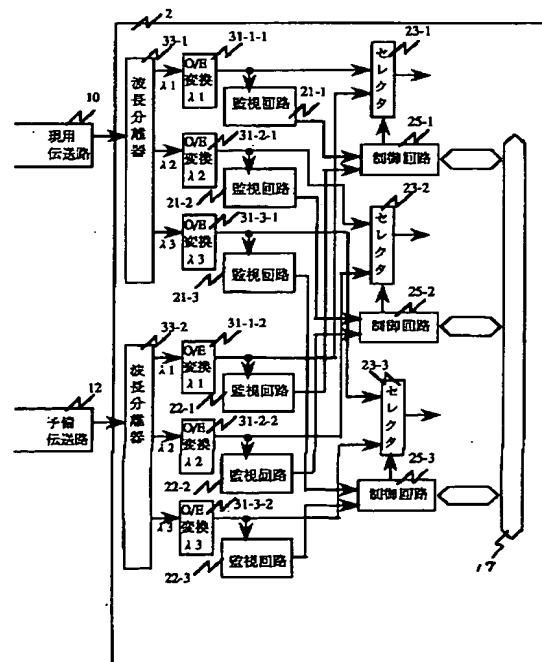
(54) 【発明の名称】 波長多重プロテクション方法および伝送装置

(57) 【要約】

【構成】 各波長の信号ごとに障害を検出する手段と、一つの現用伝送路に波長多重されて伝送される信号を同時に予備伝送路に切り替える手段により実現される。また、波長多重されている信号のうち未使用の信号には、受信側ノードに信号が未使用であることを伝達するための特定パターンを有する信号発生手段を用いる。

【効果】 波長多重伝送路における迅速かつ確実なプロテクション方式を実現できる。

図 1



【特許請求の範囲】

【請求項1】一本以上の現用伝送路と一本以上の予備伝送路により二重化され、前記現用伝送路と予備伝送路には、複数の信号が波長多重方式により多重されて伝送される伝送システムにおいて、前記現用伝送路に波長多重されて伝送される前記複数波長の信号のうち、一つ以上の信号に障害を検出した場合、該現用伝送路に波長多重されて伝送される他の波長の信号を含む全ての波長の信号を前記予備伝送路に移すことを特徴とする波長多重プロテクション方法。

【請求項2】二本の異なる伝送路に同じ信号を送り、受信側において一方を選択する1+1プロテクション方式を用い、前記各伝送路には複数の信号が波長多重方式により多重されて伝送される伝送システムにおいて、前記選択中の伝送路に波長多重されて伝送される前記複数信号のうち、一つ以上の信号に障害を検出した場合、前記選択中の伝送路に波長多重されて伝送される全ての信号に替えて前記非選択側の伝送路に波長多重により伝送される全ての信号を選択することを特徴とする波長多重プロテクション方法。

【請求項3】N本の伝送路に同じ信号を送り、受信側で前記N本の伝送路のうち一本の伝送路から到着した信号を選択するプロテクション方式を用い、前記各伝送路には複数の信号が波長多重方式により多重されて伝送される伝送システムで、前記選択中の伝送路に波長多重により伝送される前記複数信号のうち、一つ以上の信号に障害を検出した場合、該選択中の伝送路に波長多重されて伝送される全ての信号に替えて、前記非選択中の(N-1)本の伝送路のうち一本の伝送路に波長多重されて伝送される全ての信号を選択することを特徴とする波長多重プロテクション方法。

【請求項4】請求項2または3で、前記伝送路に波長多重される複数信号のうち、有意データの伝送に用いていない信号に対しては、送信側に特定パターンを挿入する波長多重プロテクション方法。

【請求項5】N本の現用伝送路が一本の予備伝送路を共有する1:Nプロテクション方式を用い、前記各現用伝送路には複数の信号が波長多重方式により多重されて伝送されている伝送システムで、前記N本の現用伝送路のうち一つの現用伝送路に波長多重されて伝送される複数信号のうち、一つ以上の信号に障害を検出した場合、前記現用伝送路に波長多重されて伝送される全ての信号を前記予備伝送路に移すことを特徴とする波長多重プロテクション方法。

【請求項6】N本の現用伝送路が一本の予備伝送路を共有する1:Nプロテクション方式を用い、前記各現用伝送路および予備伝送路には複数の信号が波長多重方式により多重されており、前記各現用伝送路に波長多重される信号数は同一ではない伝送システムで、前記予備伝送路に波長多重される信号数は、前記N本の現用伝送路の

各々で波長多重される信号数のうち最も多いものと等しくし、前記複数現用伝送路のうちの一つの現用伝送路の信号を前記予備伝送路に移す場合で、前記現用伝送路に波長多重される信号数が前記予備伝送路に波長多重されている信号数より少ない場合、送信側で、前記予備伝送路に波長多重される信号数から該現用伝送路に波長多重されている有効信号の数を引いたダミー信号を生成し、前記有効信号と前記ダミー信号を波長多重し、前記予備伝送路に移すことを特徴とする波長多重プロテクション方法。

【請求項7】N本の現用伝送路が一本の予備伝送路を共有する1:Nプロテクション方式を用い、前記現用伝送路には複数の信号が波長多重方式により多重されている伝送システムで、前記各現用伝送路に多重される信号数および前記予備伝送路に波長多重される信号数を同一

(値k:kは自然数)とし、前記N本の現用伝送路の各々で、使用する有効信号の数がkより少ない場合は、送信側で、前記現用伝送路で使用するj個(jは自然数:j<k)の有効信号に加えて(k-j)個の信号(ダミー信号)を生成し、有効信号とダミー信号を波長多重し伝送し、前記N本の現用伝送路のうち、有効信号の数がkより少ない現用伝送路の信号を前記予備伝送路に移す場合は、前記有効信号と前記ダミー信号を波長多重し、前記予備伝送路に移すことを特徴とする波長多重プロテクション方法。

【請求項8】N本の現用伝送路が一本の予備伝送路を共有する1:Nプロテクション方式を用い、前記現用伝送路には複数の信号が波長多重方式により多重されている伝送システムで、前記現用伝送路に多重される信号数および前記予備伝送路に波長多重される信号数を同一(値k:kは自然数)とし、前記N本の現用伝送路の各々で、使用する有効信号の数がkより少ない場合は、送信側で、前記現用伝送路で使用するj個(jは自然数:j<k)の有効信号に加えて、(k-j)個のダミー信号を生成し、前記有効信号と前記ダミー信号を波長多重し伝送し、前記現用伝送路に伝送されている信号を前記予備伝送路に移す場合は、前記現用伝送路に伝送されるj個の有効信号と、新たに生成した(k-j)個のダミー信号を波長多重し、前記予備伝送路に移すことを特徴とする波長多重プロテクション方法。

【請求項9】請求項6,7または8で、前記ダミー信号は、前記ダミー信号が前記有効信号ではないことを示す特定のパターンを有する波長多重プロテクション方法。

【請求項10】局間伝送用の波長多重伝送路で、前記伝送路に波長多重されている信号を一括してプロテクション処理する切替処理モードと、前記伝送路に波長多重されている複数信号を個別にプロテクション処理する切替処理モードを有し、前記二種類のモードのうちから一つのモードを選択し、運用することを特徴とする波長多重プロテクション方法。

【請求項 1 1】二本の異なる伝送路に同じ信号を送送し、受信側で一方を選択する $1+1$ プロテクション方式を用い、前記各伝送路には L 個 (L は自然数) の光信号が波長多重方式により多重されて伝送される伝送システムに用いる伝送装置であって、前記二本の伝送路から受信する波長多重された光信号を波長単位に分離する分離手段と、前記波長単位に分離された光信号の各々を電気信号に変換する光電気変換手段と、前記電気信号の各々について正常に受信しているかどうかを監視し、異常を検出した場合は異常検出信号を出力する監視手段を有し、前記電気信号に変換された $2L$ 個の信号の中から、同一内容を伝送する二つの信号 (前記二本の伝送路のうち一方から受信した信号と、他方の伝送路から受信した信号) を選び、かつ、前記二つの信号のうちから一方を選択する選択手段を L 個有し、前記監視手段からの出力により前記 L 個の選択手段のうちの一つ以上の選択手段が選択中の信号に障害を検出した場合、該選択手段に対し現在選択中の信号に替えて非選択中の信号を選択する命令を出し、かつ、他の選択手段に対しても現在非選択中の信号を選択する命令を出す制御手段を有することを特徴とする伝送装置。

【請求項 1 2】二本の異なる伝送路に同じ信号を送送し、受信側で一方を選択する $1+1$ プロテクション方式を用い、前記各伝送路には L 個 (L は自然数) の光信号が波長多重方式により多重されて伝送される伝送システムに用いる伝送装置であって、前記二本の伝送路から受信する波長多重された光信号を波長単位に分離する分離手段と、前記波長単位に分離された光信号の各々を電気信号に変換する光電気変換手段と、前記電気信号の各々について正常に受信しているかどうかを監視し、異常を検出した場合は異常検出信号を出力する監視手段とを有し、前記電気信号に変換された $2L$ 個の信号の中から、同一内容を伝送する二つの信号を選び、かつ、前記二つの信号のうちから一方を選択する選択手段を L 個有し、前記選択手段を制御し、前記監視手段からの出力により前記 L 個の選択手段のうちの一つ以上の選択手段が選択中の信号に障害を検出した場合、前記選択手段に対し現在選択中の信号に替えて非選択中の信号を選択する命令を出し、かつ、他の制御手段に対しても非選択中の信号を選択する命令を出す制御手段を L 個有することを特徴とする伝送装置。

【請求項 1 3】二本の異なる伝送路に同じ信号を送送し、受信側で一方を選択する $1+1$ プロテクション方式を用い、前記各伝送路には L 個の光信号が波長多重方式により多重されて伝送される伝送システムに用いる伝送装置であって、前記二本の伝送路から受信する波長多重された光信号を波長単位に分離する分離手段と、前記波長単位に分離された光信号の各々を電気信号に変換する光電気変換手段と、前記電気信号の各々について正常に受信しているかどうかを監視し、異常を検出した場合は

異常検出信号を出力する監視手段を有し、前記電気信号に変換された $2L$ 個の信号の中から、同一内容を伝送する二つの信号を選び、かつ、前記二つの信号のうちから一方を選択する選択手段を L 個有し、前記選択手段を制御し、前記監視手段からの出力により前記 L 個の選択手段のうちの一つ以上の選択手段が選択中の信号に障害を検出した場合、前記 L 個の選択手段に対し現在選択中の信号に替えて非選択中の信号を選択する命令を出す制御手段を L 個有することを特徴とする伝送装置。

【請求項 1 4】二本の異なる伝送路に同じ信号を送送し、受信側で一方を選択する $1+1$ プロテクション方式を用い、前記各伝送路には L 個の光信号が波長多重方式により多重されて伝送される伝送システムに用いる伝送装置であって、前記二本の伝送路から受信する波長多重された光信号を波長単位に分離する分離手段と、前記波長単位に分離された光信号の各々を電気信号に変換する光電気変換手段と、前記電気信号の各々について正常に受信しているかどうかを監視し、異常を検出した場合は異常検出信号を出力する監視手段とを有し、前記電気信号に変換された $2L$ 個の信号の中から、同一内容を伝送する二つの信号を選び、かつ、前記二つの信号のうちから一方を選択する選択手段を L 個有し、前記選択手段を制御し、前記監視手段からの出力により前記 L 個の選択手段のうちの一つ以上の選択手段が選択中の信号に障害を検出した場合、前記 L 個の選択手段に対し現在選択中の信号に替えて非選択中の信号を選択する命令を出す制御手段を有することを特徴とする伝送装置。

【請求項 1 5】二本の異なる伝送路に同じ信号を送送し、受信側で一方を選択する ($1+1$) プロテクション方式を用い、前記各伝送路には複数の光信号が波長多重方式により多重されて伝送される伝送システムに用いる伝送装置であって、前記二本の伝送路から受信する波長多重された光信号を波長単位に分離する分離手段と、前記波長単位に分離された光信号の各々を電気信号に変換する変換手段と、前記電気信号の各々について正常に受信しているかどうかを監視し、異常を検出した場合は異常検出信号を出力する監視手段と、前記電気信号に変換された複数信号のうち前記二本の伝送路のうち一方から受信した信号群と、他方の伝送路から受信した信号群のうち、制御手段からの命令で一方を選択する選択手段と、前記監視手段からの出力により前記選択手段が選択中の信号群のうち一つ以上の信号に障害を検出した場合、前記選択手段に対し現在選択中の信号群に替えて非選択中の信号群を選択する命令を出す制御手段とからなることを特徴とする伝送装置。

【請求項 1 6】二本の異なる伝送路に同じ信号を送送し、受信側で一方を選択する ($1+1$) プロテクション方式を用い、前記各伝送路には複数の信号が波長多重方式により多重されて伝送される伝送システムに用いる伝送装置であって、前記伝送路に波長多重される複数信号

のうち、有意データの伝送に用いていない信号に対しては、送信側で特定パターンを挿入することを特徴とする波長多重プロテクション方法。

【請求項17】N本（Nは自然数）の現用伝送路が一本の予備伝送路を共有する1:Nプロテクション方式を用い、前記伝送路には複数の信号が波長多重方式により多重され、双方向全二重通信による伝送システムに用いられる伝送装置であって、少なくともN入力（N+1）出力の規模であり、1番目からN番目の出力は前記2N本の現用伝送路のうちのN本の現用伝送路に接続され、

（N+1）番目の出力は前記二本の予備伝送路のうち一本の予備伝送路（送信側予備伝送路）に接続される第1の空間スイッチ手段をk個（kは自然数）有し、該k個の第1の空間スイッチ手段の出力のうち前記送信側予備伝送路に接続される出力に対して切替制御情報を有する制御信号を挿入する制御信号挿入手段と、前記k個の第1の空間スイッチ手段のi番目（iは自然数： $1 \leq i \leq (N+1)$ ）の出力を各々異なる波長の光信号（波長 $\lambda_1 \sim \lambda_k$ ）に変換する電気光変換手段を（N+1）個有し、前記k個の異なる波長の光信号を波長多重し前記送信側現用伝送路と前記送信側予備伝送路に出力する波長多重手段を（N+1）個有し、前記2N本の現用伝送路のうち前記送信側現用伝送路以外のN本の現用伝送路

（受信側現用伝送路）から受信する波長多重された信号と、前記二本の予備伝送路のうち前記送信側予備伝送路以外の予備伝送路（受信側予備伝送路）から受信する波長多重された信号を波長単位に分離する波長分離手段を（N+1）個有し、前記波長分離手段の互いに異なる波長の出力光信号（波長 $\lambda_1 \sim \lambda_k$ ）を電気信号に変換する光電気変換手段を（N+1）個有し、前記光電気変換の出力電気信号の各々について正常性を監視し、異常を検出した場合は異常検出信号を出力する監視手段と、前記受信側予備伝送路から受信する信号から前記制御信号を抽出する制御信号抽出手段を有し、前記光電気変換手段の出力を選択制御し、少なくとも（N+1）入力N出力の規模であり、1番目からN番目の出力は前記受信側現用伝送路に接続され、（N+1）番目の出力は前記受信側予備伝送路に接続される第2の空間スイッチ手段を有し、前記監視制御手段の監視結果出力と前記制御信号抽出手段の出力から判断し、前記2N本の現用伝送路を通る信号のうちのいずれかに障害を検出した場合、前記k個の第1の空間スイッチ手段、または前記k個の第2の空間スイッチ手段を制御することにより、前記障害を検出した信号の通過する現用伝送路を通過する全ての信号を前記現用伝送路と同じ方向の前記予備伝送路に移し、あるいは、前記障害を検出した信号の通過する現用伝送路と組んで双方向全二重通信路を形成する前記現用伝送路を通過する全ての信号を該現用伝送路と同じ方向の前記予備伝送路に移し、あるいは、前記制御信号挿入手段に対し前記制御信号を出力させる命令を出す制御手

段を有することを特徴とする伝送装置。

【請求項18】請求項17で、前記各現用伝送路に波長多重されるk個（kは自然数）の波長の信号のうちj個（jは自然数： $j < k$ ）の波長の信号しか使用しない場合、一つまたは複数の信号発生手段を前記第1の空間スイッチ手段の入力に接続し、前記制御手段は、前記信号発生手段と前記k個の第1の空間スイッチ手段を用い、前記（k-j）個の未使用の波長の信号の電気光変換手段に前記信号発生手段を接続し、前記現用伝送路の信号を予備伝送路に移す場合は前記信号発生手段の出力も同時に予備伝送路に移すことを特徴とする伝送装置。

【請求項19】N本（Nは自然数）の現用伝送路が一本の予備伝送路を共有する1:Nプロテクション方式を用い、前記伝送路には複数の信号が波長多重方式により多重され、双方向全二重通信による伝送システムに用いられる伝送装置であって、複数入力信号を前記（2N+2）本の伝送路のうち、（N+1）本の伝送路のいずれかに振り分ける第3の空間スイッチ手段と、前記第3の空間スイッチ手段の出力のうち前記送信側伝送路のうちの予備伝送路に接続される出力に対して制御信号を挿入する制御信号挿入手段を有し、前記第3の空間スイッチ手段の出力のうち、前記（N+1）本の送信側伝送路のうちの一つの送信側伝送路に接続される複数信号を各々異なる波長の光信号（最大k個：波長 $\lambda_1 \sim \lambda_k$ ）に変換する電気光変換手段を（N+1）個有し、前記k個の異なる波長の光信号を波長多重し前記伝送路に出力する波長多重手段を（N+1）個有し、前記（2N+2）本の伝送路のうち、前記送信側伝送路以外の（N+1）本の伝送路から受信する波長多重された光信号（N+1）個を波長単位に分離する波長分離手段を（N+1）個有し、前記波長分離手段の互いに異なる波長の出力光信号（最大k個：波長 $\lambda_1 \sim \lambda_k$ ）を電気信号に変換する光電気変換手段を（N+1）個有し、前記光電気変換の出力電気信号の各々について正常性を監視し、異常を検出した場合は異常検出信号を出力する監視手段と、前記予備伝送路から受信する信号から前記制御信号を抽出する制御信号抽出手段と、前記光電気変換手段の出力を選択制御する第4の空間スイッチ手段を有し、前記監視制御手段の監視結果出力と前記制御信号抽出手段の出力から判断し、前記2N本の現用伝送路を通る信号のうちのいずれかに障害を検出した場合、前記第3の空間スイッチ手段と第4の空間スイッチ手段を制御することにより、前記障害を検出した信号の通過する現用伝送路を通過する全ての信号を前記現用伝送路と同じ方向の前記予備伝送路に移し、あるいは、前記障害を検出した信号の通過する現用伝送路と組んで双方向全二重通信路を形成する前記現用伝送路を通過する全ての信号を前記現用伝送路と同じ方向の前記予備伝送路に移し、あるいは、前記制御信号挿入手段に対し制御信号を出力させる命令を出す制御手段を有することを特徴とする伝送装置。

【請求項20】請求項19で、前記予備伝送路に波長多重される信号の数を前記 k (k は自然数)とし、前記各現用伝送路のうち、波長多重される信号の数が j 個 (j は自然数: $j < k$)の現用伝送路の信号を前記予備伝送路に移す場合、一つまたは複数の信号発生手段を設け、前記信号発生手段を前記第3の空間スイッチ手段の入力に接続し、前記制御手段は、前記信号発生手段と前記第3の空間スイッチ手段により、前記現用伝送路に波長多重される前記 j 個の信号と前記信号発生手段の出力信号を、前記電気光変換手段に接続し、波長多重し、予備伝送路に移すことを特徴とする伝送装置。

【請求項21】請求項19で、前記現用伝送路および予備伝送路に波長多重される信号の数を全て同一(値 k : k は自然数)とし、前記各現用伝送路で、波長多重される k 個 (k は自然数)の波長の信号のうち j 個 (j は自然数: $j < k$)の波長の信号しか使用しない場合、一つまたは複数の信号発生手段を前記第3の空間スイッチ手段の入力に接続し、前記制御手段は、前記信号発生手段と前記第3の空間スイッチ手段を用い、前記($k - j$)個の未使用の波長の信号の電気光変換手段に前記信号発生手段を接続し、前記現用伝送路の信号を予備伝送路に移す場合は前記信号発生手段の出力も同時に予備伝送路に移す伝送装置。

【請求項22】請求項18、20または21において、前記信号発生手段が発生する信号は、特定パターンを含む伝送装置。

【請求項23】局間伝送用の波長多重伝送路に用いる伝送装置であって、前記伝送路に波長多重されている信号を一括してプロテクション処理する切替処理動作モードと、前記伝送路に波長多重されている複数信号を個別にプロテクション処理する切替処理動作モードを有し、前記二種類のモードのうちから一つのモードを選択し、稼働することを特徴とする伝送装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、波長多重伝送に用いる伝送路のプロテクション方法および伝送装置に関する。

【0002】

【従来の技術】従来の伝送路では、一つの伝送路で1波長のみ用いて信号を伝送していた。そして、伝送路を二重に施設し、一方を現用、他方を予備とし、通常は現用の伝送路を用いて送受信を行う。そして、このようなネットワークでは、現用伝送路に障害が発生した場合に予備伝送路に切り替えることにより、発生した障害から復旧する機能を有している。この動作をプロテクション動作という。

【0003】たとえば、1+1プロテクション方式では、図2に示すように、現用伝送路10と予備伝送路12を一对設け、送信側ノード1で現用と予備に同じ信号を伝送し(ブリッジ)、受信側ノード2に設けた二入力

一出力セクタ23で現用ハイウェイ12-4と予備ハイウェイ12-5のうち一方を選択する。

【0004】上記の選択方法を以下に述べる。受信側ノード2で、現用伝送路および予備伝送路の障害を検出する監視回路21-1、22-2を設け、監視回路が監視した結果により、各伝送路の障害の有無を判断する。たとえば、監視回路21-1が現用伝送路10に障害を検出した場合、監視回路21-1は障害を検出したことを制御回路25に伝達する。これをもとに、制御回路25はセクタ23を制御し、現用ハイウェイ12-4の代わりに予備ハイウェイ12-5を選択し、障害から復旧する。

【0005】また、1:Nプロテクション方式(N は自然数)では、図3のように N 本の現用伝送路10-1~10- N が一本の予備伝送路10-0を共有する。この方式では、各伝送路の受信側で伝送路の状態を監視し、一本の現用伝送路に障害を検出した場合に現用伝送路を用いて伝達していた信号を予備伝送路に移す。また、複数の現用伝送路に障害を検出した場合は、予め N 本の現用伝送路に割り付けた優先順位にしたがって、優先順位の高い現用伝送路に伝送される信号を予備伝送路に移す。

【0006】1:Nプロテクション動作は、伝送路の両端のノード1-1、1-2が制御信号を交換することにより実現される。1:Nプロテクション動作の概要を、ノード1-2の監視回路22-1が現用伝送路10-1に障害の発生を検出した場合を例にとり、説明する。

【0007】まず、初期状態として N 本の現用伝送路はすべて正常であり、各セクタ23-1~23- N 、24-1~24- N は、現用伝送路を選択しているものとする。

【0008】次に、ノード1-2の監視回路22-1が現用伝送路10-1に障害を検出したとする。監視回路22-1は、障害検出を制御回路25-2に伝達する。現用伝送路10-1に障害が発生したことを制御信号により対向ノード1-1に伝達するため、制御回路25-2は、制御信号挿入回路に34-2に命じて障害発生を伝達する制御信号を発生させる。制御信号伝達には、予備伝送路10-0、11-0上に伝送される信号のオーバーヘッド部分を用いればよい。

【0009】ノード1-1の監視回路21-0は、制御信号を受信し、これを制御回路25-1に伝達する。制御回路25-1は、セクタ23-0を制御し、いままで現用伝送路10-1を用いて伝送していたハイウェイ13-1の信号を予備伝送路10-0を用いて伝送する。また、制御信号挿入回路34-1に命じ、現用伝送路10-1を予備伝送路10-0に切り替えたことをノード1-2に伝える制御信号を出力させる。

【0010】ノード1-2の監視回路22-0は、制御信号を受信し、これを制御回路25-2に伝達する。制

御回路25-2は、セクタ24-1を制御し、いままで現用伝送路10-1から受信していた信号を予備伝送路10-0から受信するよう切り替える。また、いままで現用伝送路11-1を用いて伝送していたハイウェイ16-1の信号を予備伝送路11-0を用いて伝送するようにセクタ24-0を制御する。また、制御信号挿入回路34-2に命じ、現用伝送路11-1を予備伝送路11-0に切り替えたことをノード1-1に伝える制御信号を出力させる。

【0011】ノード1-1の監視回路21-0は、制御信号を受信し、これを制御回路25-1に伝達する。制御回路25-1は、セクタ23-1を制御し、いままで現用伝送路11-1から受信していた信号を予備伝送路11-0から受信するよう切り替える。

【0012】以上で切替処理が完了する。

【0013】1+1、および1:Nプロテクション方式を波長多重伝送路に適用した場合の構成は図4と図5に示すようになる。図4と図5では、多重されて伝送される波長数を3($\lambda 1$ から $\lambda 3$)としている。波長多重伝送のため、各ノードは、電気信号を $\lambda 1$ から $\lambda 3$ の波長の光信号に変換するE/O変換器30-1~30-3、および、その逆変換を行うO/E変換器31-1~31-3を用いる。E/O変換器30-1~30-3の光出力信号は、波長多重器32により多重され、伝送路に出力される。

【0014】プロテクション動作は、単一波長の場合と同様の処理で実現できる。すなわち、各波長毎に監視回路21を設け、波長単位に障害を検出する。そして、障害を検出した波長の信号を予備伝送路に移す。

【0015】例えば、図4で波長多重伝送路10が切断された場合は、伝送路に伝送される全ての波長の信号に障害が発生するので、全波長の信号を予備伝送路に移すことになる。また、一つの現用伝送路の単一波長にのみ障害が発生した場合(送信回路の障害時など)は、その波長の信号のみを予備伝送路に移すことになる。

【0016】また、1:Nプロテクション方式を波長多重伝送路に用いた場合(図5)でも同様の処理になる。図5では、ノード1-1から1-2へ向かう方向のみ示してある。また、1:Nプロテクション方式(図3)に示した制御信号挿入回路も割愛した。また、セクタの代わりに空間スイッチ35、36を用いた。

【0017】図5で、現用伝送路10-1が切断された場合は、監視回路22-1-1、22-2-1、22-3-1が障害発生を検出し、これを制御回路25-1-2、25-2-2、25-3-2に伝達する。以下、1:Nプロテクション方式(図4)と同様の手順により、制御回路25-1-2、25-2-2、25-3-2が空間スイッチ36-1-2、36-2-2、36-3-2を各々制御し、制御回路25-1-1、25-2-1、25-3-1が空間スイッチ35-1-1、35-

-2-1、35-3-1を各々制御し、現用伝送路10-1を用いて伝送していた信号を予備伝送路10-0に切り替える。

【0018】また、単一波長の信号にのみ障害が発生した場合は、障害が発生した信号のみ、予備伝送路10-0を用いて伝送する。

【0019】すなわち、従来例では、各波長ごとに監視回路、制御回路、空間スイッチを設け、波長毎に1:Nプロテクション方式を適用し、障害から復旧する。

【0020】以下、便宜上、波長多重伝送路に用いるプロテクション方式は、波長多重プロテクション方式とよぶ。また、波長多重伝送路に用いる(1+1)プロテクション方式を波長多重(1+1)プロテクション方式とよぶ。また、波長多重伝送路に用いる1:Nプロテクション方式を波長多重1:Nプロテクション方式とよぶ。

【0021】

【発明が解決しようとする課題】(1+1)プロテクション波長多重伝送路に、光ファイバ増幅器を用いた中継器(以下、1R中継器と称する。)を用いる場合を考える。この場合の伝送路の構成を図6に示す。1R中継器37は、入力される複数波長の信号を同時に増幅することができる。

【0022】図6(a)に示す構成の伝送路(3波長多重)で、波長 $\lambda 1$ のO/E変換器30-1に障害が発生した場合、波長 $\lambda 1$ の信号のみが予備伝送路10-0に移されることになる。

【0023】しかし、この場合、波長 $\lambda 1$ の信号に障害が発生するので、1R中継器37-1に入力される波長 $\lambda 1$ の信号パワーに変化が発生する。このとき、1R中継器37-1に入力される波長 $\lambda 1$ の信号パワーの変化により、他の波長($\lambda 2$ 、 $\lambda 3$)にも影響が発生する。すなわち、1R中継器の入力信号のパワーのバランスがくずれるため、1R中継器37-1の出力信号パワーに変化が発生する。この結果、受信ノード(1-2)における波長 $\lambda 2$ と $\lambda 3$ の受信信号パワーに変化が発生し、受信不可能となることが知られている。

【0024】すなわち、1R中継器の全入力パワーが変化することにより、1R中継器の動作点が変わる。1R中継器の動作点が変わると少なくとも以下の二つの影響を伝送特性に与える。まず第1に、波長 $\lambda 2$ 、 $\lambda 3$ での利得が変化し、1R中継器の各波長の出力が変化する。1R中継器が多段に接続された伝送路では、これが累積し、受信側ノード近傍では、波長 $\lambda 2$ 、 $\lambda 3$ の信号パワーは、正常時の場合から大きくずれる。この結果、光ファイバ中での非線形効果(自己位相変調効果や相互位相変調効果)の影響が変化し、受信波形歪みを増加させる。これは符号誤り率の増加を招く。また最悪の場合には、LOF(Loss of Frame)が発生しうる。

【0025】第2の影響は、1R中継器から発生するASE(Amplified Spontaneous Emission)雑音光のスペ-

クトルが変化し、多段中継伝送では波長 λ_2 、 λ_3 の信号の受信SN比が変化することである。この変化も符号誤り率の劣化を招く。

【0026】すなわち、1R中継器を用いた波長多重伝送路では、波長多重されている複数波長の信号のうちの1波長の信号に障害が発生した場合でも、結果的に、全ての波長の信号の伝送が不可能になる。

【0027】このような状態を防止するには、各波長毎に1R中継器を設ける方法が考えられる(図6

(b))。しかし、この方式は各波長毎に1R中継器を設ける必要があるため、コストが高くなるという欠点をもつ。

【0028】また、波長ごと独立にプロテクション動作をする場合は、現用伝送路10の障害の発生した波長(λ_1 とする。)の信号をまず予備伝送路12に移し、その後、1R中継器で他の波長の信号に影響が発生し、それを受信側ノード2の監視回路21-1が検出し、各波長ごとに予備伝送路に切り替えることになる。しかし、1R中継器で、一つの波長が他の波長に影響を及ぼしたことを、受信側ノード2で検出する間、伝送系で不安定な状態が連続することになる。また、方式では迅速な復旧処理を実現することは不可能である。

【0029】あるいは、複数波長信号を波長多重する波長多重器、または波長多重された信号を波長単位に分離する波長分離器が、1波長分だけ故障する場合も考えられる。この場合、障害の発生した波長多重器あるいは波長分離器を修理、交換するには、波長多重される全ての信号を予備伝送路に移す必要が有る。

【0030】したがって、障害の発生した波長の信号のみならず、伝送路に波長多重される全波長の信号を一括して予備伝送路に移す必要が有る。

【0031】さらに、問題点の他にも以下に示す問題点がある。波長多重1:Nプロテクション方式の場合、N本の現用伝送路に用いられる波長数が同じとは限らない。よって、波長多重1:Nプロテクション方式を実装した現用伝送路および予備伝送路に1R中継器を用いる場合、前述の理由により、予備伝送路の1R中継器を予備伝送路を使用する現用伝送路の波長数にしたがって調整する必要がある。したがって、この場合もコストの増大、復旧時間の増大につながる本発明の目的は、波長多重伝送路における迅速かつ確実なプロテクション方法を提供することにある。

【0032】

【課題を解決するための手段】 目的は、各波長の信号ごとに障害を検出する手段と、一つの現用伝送路に波長多重されて伝送される信号を同時に予備伝送路に切り替える手段により実現される。

【0033】また、波長多重されている信号のうち未使用の信号には、受信側ノードに信号が未使用であることを伝達するための特定パターンを有する信号発生手段を

用いる。

【0034】

【作用】 本発明では、波長毎に障害検出手段を設ける。まず、波長多重(1+1)プロテクション方式の場合、受信側ノードで、一つの現用伝送路のある波長の信号に障害検出手段が障害を検出した場合、現用伝送路を共有する全ての波長の信号を予備伝送路に移すことにより、予備伝送路への切り替えを完了できる。一つの波長の信号に障害が発生した場合でも全ての波長の信号を予備伝送路に移すので迅速なプロテクション動作を実現できる。

【0035】また、波長多重1:Nプロテクション方式の場合、受信側ノードで、一つの現用伝送路のある波長の信号に障害検出手段が障害を検出した場合、現用伝送路を共有する全ての波長の信号を予備伝送路に移すことにより、迅速に予備伝送路への切り替えを完了できる。

【0036】次に、波長多重1:Nプロテクション方式の場合、現用伝送路で使用する波長数が、他の現用伝送路の波長数より少ない場合の処理方法を以下に示す。

【0037】すなわち、予め予備伝送路で使用する波長数を、予備伝送路を共有する現用伝送路のうち、使用波長数の最も多い現用伝送路の使用波長数(k : k は自然数)と同一にしておく。そして、波長数の少ない現用伝送路の信号を予備伝送路に移す場合は、予備伝送路に移される現用伝送路の波長数(j : j は自然数、 $j < k$)より多い波長に対しては、信号発生手段を($k-j$)個接続する。

【0038】現用伝送路を使用していた信号と信号発生手段により、予備伝送路を使用する現用伝送路の波長数に関わり無く、予備伝送路の波長数を一定にできるので、予備伝送路の1R中継器を調整する必要はなくなる。よって、迅速なプロテクション動作が可能になる。

【0039】あるいは、予備伝送路とN本の現用伝送路における使用波長数を常に同一(k)とし、現用伝送路で j 個の($j < k$)波長しか使用しない場合、送信側ノードで、残りの波長($k-j$)個には、信号発生手段を接続する方法でも可能である。伝送路の信号を予備伝送路に移す場合は、 j 個の信号とともに信号発生手段の発生する信号も予備伝送路に移す。

【0040】この場合、信号発生手段の発生する信号に特定パターンを挿入しておけば、受信側で上記パターンの信号は未使用であることが判断でき、容易に廃棄できる。

【0041】

【実施例】 本発明の第1の実施例は、波長多重(1+1)プロテクション方式に関する。本実施例の対象とするネットワーク構成を図6(a)に示す。図6(a)に示す波長多重伝送路では、 λ_1 、 λ_2 、 λ_3 の3波長を用い、波長多重方式により信号を伝送する。また、ノード1とノード2の間には、1R中継器37-1、37-

2を接続する。

【0042】このようなネットワークに用いる送信側ノード1の構成を図6(a)に示す。ノード1は、入力電気信号を光信号に変換するE/O変換器30-1-1, 30-1-2(波長 λ_1), E/O変換器30-2-1, 30-2-2(波長 λ_2), E/O変換器30-3-1, 30-3-2(波長 λ_3), 各E/O変換器の光出力(波長 $\lambda_1 \sim \lambda_3$)を波長多重する波長多重器32-1, 波長多重器32-2からなる。

【0043】次に本実施例に用いる受信側ノード2の構成を図1に示す。ノード2は、波長多重されている入力光信号を波長単位に分離する波長分離器33-1, 波長分離器33-2, 入力光信号を電気信号に変換するO/E変換器31-1-1, 31-1-2(波長 λ_1), O/E変換器31-2-1, 31-2-2(波長 λ_2), O/E変換器31-3-1, 31-3-2(波長 λ_3), 受信信号の障害状態を検出する監視回路21-1~21-3, 監視回路22-1~22-3, 各監視回路からの情報に従って現用伝送路10から受信する信号と予備伝送路12から受信する信号のうち一方を選択する判断を行う制御回路25-1~25-3, 各制御回路の指示にしたがって2系統の入力信号のうち一方を選択し出力するセクタ23-1~23-3からなる。制御回路25-1~25-3は、バス17により接続されている。

【0044】この構成における初期状態として、受信側ノード2のセクタ23-1~23-3は現用伝送路10から受信する信号を選択しているものとする。つまり制御回路25-1~25-3は、それぞれセクタ23-1~23-3に対して、現用伝送路12から到着する信号を選択するよう指示を出している。

【0045】この構成で、ノード1のE/O変換器30-1-1(波長 λ_1)に障害が発生した場合の処理を以下に示す。E/O変換器30-1-1に障害が発生した場合、やがて、ノード2の監視回路21-1が障害発生を検出する。監視回路21-1は、障害発生を制御回路25-1に通知する。制御回路25-1は、現用伝送路10の波長 λ_1 の信号に障害が発生したことを認識し、セクタ23-1を制御し、O/E変換器31-1-1の出力に替えてO/E変換器31-1-2の出力を選択する。

【0046】また、制御回路25-1は他の制御回路25-2, 25-3に対して切替命令を出す。切替命令はバス17上に伝送され、制御回路25-2, 25-3に到着する。切替命令を受信した制御回路25-2, 25-3は、それぞれセクタ23-2, 23-3を制御することにより、予備伝送路12から受信する信号を選択するように切り替える。

【0047】この動作により、現用の波長多重伝送路10で、単一波長の信号にのみ障害が検出された場合でも、全ての波長の信号を予備伝送路12から受信するよ

うに切り替わる。同様に、現用伝送路10に波長多重される一つ以上の波長の信号に障害が同時に発生した場合でも、容易に全波長の信号を予備伝送路12から受信するように切り替えることができる。

【0048】本実施例における制御方法は、図7に示す場合でも適用できる。図7では、異なる三つの伝送装置3-1~3-3の光信号出力(各々波長 λ_1 , λ_2 , λ_3)を波長多重器32-1, 32-2に入力する。各波長多重器32-1, 32-2の出力は、それぞれ現用伝送路10, 予備伝送路12を通過し、1R中継器37-1, 37-2を通過し、波長分離器33-1, 33-2に各々入力される。波長分離器33-1, 33-2は波長単位に光信号を振り分け、伝送装置2-1~2-3に出力する。伝送装置2-1~2-3の構成は図2のノード2の構成と同じである。図7で、各伝送装置2-1~2-3の制御回路25-1~25-3はバス17で接続されている。一つの制御回路が現用伝送路から到着する信号に障害を検出した場合でも、制御回路はバス17を用いて制御信号を他の伝送装置の制御回路に送ることにより、全伝送装置が現用伝送路10から予備伝送路12に切り替える。

【0049】この実施例では、各制御回路が制御信号を交換することにより、波長多重されている複数波長の信号のうち、単一波長の信号に障害を検出した場合でも全波長の信号を現用伝送路10から予備伝送路12に切り替えた。この操作は各監視回路の出力を全ての制御回路に伝達する方法によっても実現可能である。すなわち、図1で、各監視回路21-1~21-3, 22-1~22-3の出力を全ての制御回路25-1~25-3に接続すれば、制御回路25-1~25-3は、全監視回路の監視結果を知ることができる。

【0050】この場合、監視回路21-1が障害発生を検出した場合の処理を以下に述べる。監視回路21-1は、障害検出後、全制御回路に障害発生を通知する。制御回路25-1, 25-2, 25-3は、それぞれセクタ23-1, 23-2, 23-3を制御し、現用伝送路10から予備伝送路12に切り替える。これにより障害から復旧する。

【0051】あるいは、制御回路を一つだけ設け、制御回路が全ての波長の信号の切り替えを制御することによっても容易に実現可能である。

【0052】さらに実施例で、波長毎に独立にプロテクション動作を実行するモード(障害を検出した波長のみ、現用から予備に切り替えるモード)と、全波長一括してプロテクション動作を行うモード(単一波長に障害を検出した場合でも全波長を現用から予備に切り替えるモード)の二つのモードを設け、外部から設定することにより、二つのモードのうち一方を選択し、波長多重ネットワークを運用することも容易に可能である。たとえば、1R中継器を用いる場合には全波長一括してプロ

テクション動作を行うモードを用い、1 R中継器を用いない場合は波長毎に独立にプロテクション動作を実行するモードを用いる。

【0053】また、伝送路の全波長数を必要としない場合、送信側ノードで未使用の信号に特定パターンを挿入し、受信側ノードで、特定パターンを検出することにより、信号が未使用であることを認識し、信号を廃棄する運用形態も容易に実現できる。

【0054】次に本発明の第2の実施例について説明する。本発明の第2の実施例は、波長多重1:Nプロテクション方式に関する。

【0055】本実施例の対象とするネットワーク構成を図8に示す。図8に示す波長多重伝送路では、 $\lambda 1$ 、 $\lambda 2$ 、 $\lambda 3$ の3波長を用い、波長多重方式により信号を伝送する。また、ノード1-1とノード1-2の間には、1 R中継器37-0~37-N、38-0~38-Nを接続する。現用伝送路は方向別にN本存在し、N本の現用伝送路が1本の予備伝送路10-0、11-0を共有する。

【0056】このようなネットワークに用いるノード1-1および1-2の構成を図9に示す。ノード1-1、1-2は、送信処理部5-1~5-3と、受信処理部6-1~6-3と、受信処理部内の各監視回路からの情報に従って現用伝送路の信号を予備伝送路に移す判断を行う制御回路25-1~25-3、各送信処理部の光出力(波長 $\lambda 1 \sim \lambda 3$)を波長多重する波長多重器32-0~32-N、波長多重されている入力光信号(波長 $\lambda 1 \sim \lambda 3$)を波長単位に分離する波長分離器33-0~33-Nからなる。制御回路25-1~25-3は、バス17により接続されている。制御回路25-1、25-2、25-3は、それぞれ送信処理部5-1、5-2、5-3を制御する。また、制御回路25-1、25-2、25-3は、それぞれ受信処理部6-1、6-2、6-3を制御する。

【0057】送信処理部5-1の構成を図10に示す。送信処理部5-1は、入力電気信号を光信号に変換するE/O変換器30-1-0~30-1-N(波長 $\lambda 1$)、制御信号挿入回路34-1、入力ハイウェイ40-1-1~40-1-Nを出力ハイウェイ41-1-0~41-1-Nのうち、いずれかに接続する空間スイッチ35-1-1からなる。送信処理部5-2、5-3も送信処理部5-1と同じ構成であるが、各々の送信光信号に割り当てられている波長が異なる。送信処理部5-2には波長 $\lambda 2$ 、送信処理部5-3には波長 $\lambda 3$ が割り当てられている。

【0058】次に受信処理部6-1の構成を図11に示す。受信処理部6-1は、入力光信号を電気信号に変換するO/E変換器31-1-0~31-1-N(波長 $\lambda 1$)、受信信号の障害状態を検出し、かつ、受信信号内から制御信号を検出する監視回路21-0~21-N、

制御回路の指示にしたがって入力ハイウェイ43-1-0~43-1-Nを出力ハイウェイ44-1-1~44-1-Nに接続する空間スイッチ36-1-2からなる。受信処理部6-2、6-3も受信処理部6-1と同じ構成であるが、各々の受信光信号に割り当てられている波長が異なる。受信処理部6-2には波長 $\lambda 2$ 、受信処理部6-3には波長 $\lambda 3$ が割り当てられている。

【0059】上記の構成で、ノード1-1の送信処理部5-1のE/O変換器30-1-1に障害が発生した場合の処理を以下に示す。

【0060】まず、初期状態としてN本の現用伝送路は全て正常であり、各送信処理部5-1~5-3の空間スイッチ35-1-1、および受信処理部6-1~6-3の空間スイッチ36-1-2は、現用伝送路を選択しているものとする。

【0061】ノード1-1の送信処理部5-1のE/O変換器30-1-1に障害が発生した場合、やがて、ノード1-2の受信処理部6-1の監視回路22-1-1が障害発生を検出する。監視回路22-1-1は、障害発生を制御回路25-1に通知する。制御回路25-1は、現用伝送路10-1の波長 $\lambda 1$ の信号に障害が発生したことを認識する。そして、現用伝送路10-1に障害が発生したことを制御信号により対向ノード1-1に伝達するため、ノード1-2の制御回路25-1は、送信処理部5-1の制御信号挿入回路に34-1に命じて障害発生を伝達する制御信号を発生させる。制御信号伝達には、予備伝送路10-0、11-0上に伝送される信号のオーバーヘッド部分を用いればよい。また、制御回路25-1は他の制御回路25-2、25-3にバス17を通じて障害検出を通知する。

【0062】ノード1-1の受信処理部6-1の監視回路22-1-0は、制御信号を受信し、これを制御回路25-1に伝達する。制御回路25-1は、送信処理部5-1の空間スイッチ35-1-1を制御し、いままでは現用伝送路10-1を用いて伝送していたハイウェイ40-1-1の信号を予備伝送路10-0を用いて伝送するように切り替える。次に制御回路25-1は他の制御回路25-2、25-3に対しても切替動作の実行を命令する。この命令を受信した制御回路25-2、25-3は、上述の処理と同様に、送信処理部5-2、5-3に対して空間スイッチ35-1-1の制御を実行する。この処理により、現用伝送路10-1を用いて伝送していた信号を全て予備伝送路10-0に移す。

【0063】次に、制御回路25-1は、送信処理部5-1の制御信号挿入回路34-1に命じ、現用伝送路10-1を予備伝送路10-0に切り替えたことをノード1-2に伝える制御信号を出力させる。

【0064】ノード1-2の受信処理部6-1の監視回路22-1-0は、制御信号を受信し、これを制御回路25-1に伝達する。ノード1-2の制御回路25-1は、

は、受信処理部6-1の空間スイッチ36-1-2を制御し、いままで現用伝送路10-1から受信していた信号を予備伝送路10-0から受信するよう切り替える。また、ノード1-2の制御回路1-2は、送信処理部5-1の空間スイッチ35-1-1を制御し、いままで現用伝送路11-1を用いて伝送していたハイウェイ40-1-1の信号を予備伝送路11-0を用いて伝送するように切り替える。

【0065】次にノード1-2の制御回路25-1は、他の制御回路25-2、25-3に対しても切替動作の実行を命令する。この命令を受信した制御回路25-2、25-3は、上述の処理と同様に、受信処理部6-2、6-3の空間スイッチ36-1-2の制御を実行する。この処理により現用伝送路10-1から受信していた信号を全て予備伝送路10-0から受信するよう切り替える。また、送信処理部5-2、5-3の空間スイッチ35-1-1の制御を実行する。この処理により現用伝送路11-1に伝送していた信号を全て予備伝送路11-0に移す。

【0066】次にノード1-2の制御回路25-1は、送信処理部5-1の制御信号挿入回路34-1に命じ、現用伝送路11-1を予備伝送路11-0に切り替えたことを対向ノード1-1に伝える制御信号を出力させる。

【0067】ノード1-1の受信処理部6-1の監視回路22-1-0は、制御信号を受信し、これを制御回路25-1に伝達する。ノード1-1の制御回路25-1は、受信処理部6-1の空間スイッチ36-1-2を制御し、いままで現用伝送路11-1から受信していた信号を予備伝送路11-0から受信するよう切り替える。

【0068】次にノード1-1の制御回路25-1は、他の制御回路25-2、25-3に対しても切替動作の実行を命令する。この命令を受信したノード1-1の制御回路25-2、25-3は、上述の処理と同様に、受信処理部6-2、6-3の空間スイッチ36-1-2の制御を実行する。この処理により現用伝送路11-1から受信していた全ての信号を予備伝送路11-0から受信するよう切り替える。

【0069】以上で切替処理が完了する。切替処理のシーケンスを図12に示す。

【0070】動作により、現用の波長多重伝送路で、単一波長の信号にのみ障害が検出された場合でも、全ての波長の信号を予備伝送路に移す。また、現用の波長多重伝送路で、一部の波長の信号に障害が検出された場合でも、全ての波長の信号を予備伝送路に移すことは容易に可能である。

【0071】実施例では、各波長毎に設けられた複数の制御回路のうち、一つの制御回路が他の制御回路に命令することにより、現用伝送路に波長多重されている複数波長の信号を一括して予備伝送路に移した。プロテクシ

ョン動作は、一つの監視回路からの障害検出を受信した制御回路が他の制御回路に障害の発生を伝達することにより、全ての制御回路が独立に動作し、対向するノードの制御回路と制御信号を交換することによっても容易に実現可能である。また、各監視回路の監視結果を全ての制御回路に通知することにより、全ての制御回路が独立に動作し、対向するノードの制御回路と制御信号を交換することによっても容易に実現可能である。あるいは、制御回路を一つだけ設け、制御回路が全ての波長の信号を制御することによっても容易に実現可能である。

【0072】さらに実施例で、波長毎に独立にプロテクション動作を実行するモード（障害を検出した波長のみのみ、現用から予備に切り替えるモード）と、全波長一括してプロテクション動作を行うモード（単一波長に障害を検出した場合でも全波長を現用から予備に切り替えるモード）の二つのモードを設け、外部から設定することにより二つのモードのうちの一方を選択し、波長多重ネットワークを運用することも容易に可能である。たとえば、1R中継器を用いる場合には全波長一括してプロテクション動作を行うモードを用い、1R中継器を用いない場合は波長毎に独立にプロテクション動作を実行するモードを用いる。

【0073】次に本発明の第3の実施例について説明する。本発明の第3の実施例は、波長多重1:Nプロテクション方式に関する。本実施例の対象とするネットワーク構成を図13に示す。

【0074】図13に示す波長多重伝送路では、 $\lambda 1$ 、 $\lambda 2$ 、 $\lambda 3$ の3波長を用い、波長多重方式により信号を伝送する。ただし、伝送路10-1、11-1のみは $\lambda 1$ 、 $\lambda 2$ の2波長しか用いない。その他の現用伝送路10-2~10-N、11-2~11-Nで用いる波長数は3である。予備伝送路10-0、11-0に多重される波長の数は、予備伝送路10-0、11-0を共有する伝送路のうち、多重される波長数の最も多いものの波長数と等しくしておく（本例の場合は3）。

【0075】ノード1-1とノード1-2の間には、1R中継器を接続する。現用伝送路は方向別にN本存在し、N本の現用伝送路が一本の予備伝送路を共有する。ノードの構成は第2の実施例とほぼ同じである（図9）。

【0076】図13に示すネットワークで、現用伝送路10-0に障害が発生した場合は、第2の実施例と同様の手順により、切替動作を実行する。ただし、現用伝送路10-1は、 $\lambda 1$ と $\lambda 2$ の2波長しか用いないので、予備伝送路10-0、11-0の3波長のうち、1波長（本例の場合は $\lambda 3$ ）が未使用となる。したがって、各ノードの波長 $\lambda 3$ の送信処理部5-3には、信号生成回路7を接続する（図14）。信号生成回路7の出力信号には、信号が未使用であることを示す特定の信号パターンを入れておく。この特定パターンにより、受信

側では、 $\lambda 3$ の波長で送られてきた信号が未使用であることを認識し、無視する。特定パターンの検出は監視回路が担当する。処理により、切り替えを実行できる。

【0077】あるいは、処理は、現用伝送路と予備伝送路の使用波長数を全て同じにしておき、全波長を必要としない現用伝送路（実施例3の現用伝送路10-1, 11-1）でも、未使用波長の送信処理部の空間スイッチを制御し、O/E変換器に信号生成回路7を接続することにより（図14に示す方法と同様の方法）、全波長を用いて運用する形態でも実現できる。この場合、全波長を必要としない現用伝送路（実施例3の現用伝送路10-1, 11-1）に障害が発生した場合、全波長の信号を予備伝送路に移すことにより、切り替えを実現する。

【0078】この場合でも、信号生成回路7の出力信号には、信号が未使用であることを示す特定の信号パターンを入れておく。この特定パターンにより、受信側では、 $\lambda 3$ の波長で送られてきた信号は未使用であることを認識し、無視する。処理により、切り替えを実行できる。

【0079】

【発明の効果】波長多重伝送路における迅速かつ確実なプロテクション方式を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例によるノード構成のブロック図。

【図2】従来例の(1+1)プロテクション方式のブロック図。

【図3】従来例の1:Nプロテクション方式のブロック図。

【図4】従来の波長多重(1+1)プロテクション方式

のブロック図。

【図5】従来の波長多重1:Nプロテクション方式のブロック図。

【図6】1R中継器を用いた波長多重(1+1)プロテクションネットワークのブロック図。

【図7】複数の伝送装置の出力を波長多重により伝送する場合のシステム構成のブロック図。

【図8】第2の実施例における波長多重1:Nプロテクションネットワークのブロック図。

【図9】第2の実施例における波長多重1:Nプロテクション方式を用いたノード構成のブロック図。

【図10】第2の実施例における送信処理部の構成のブロック図。

【図11】第2の実施例における受信処理部の構成のブロック図。

【図12】第2の実施例における切替制御シーケンス図。

【図13】第3の実施例における波長多重1:Nプロテクションネットワークのブロック図。

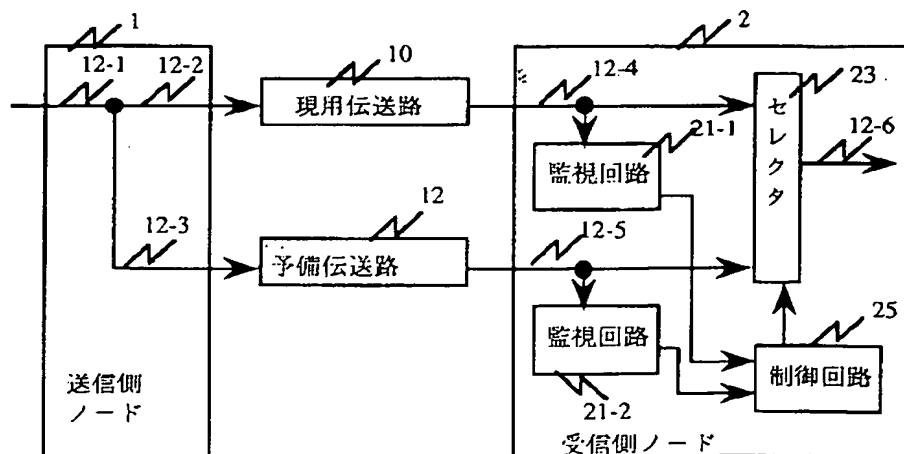
【図14】第3の実施例における送信処理部のブロック図。

【符号の説明】

10…伝送路、12…伝送路、17…バス、21-0～21-N…監視回路、22-0～22-N…監視回路、23-0～23-N…セクタ、25-1～25-3…制御回路、31-1-0～31-1-N…O/E変換器（波長 $\lambda 1$ ）、31-2-0～31-2-N…O/E変換器（波長 $\lambda 2$ ）、31-3-0～31-3-N…O/E変換器（波長 $\lambda 3$ ）。

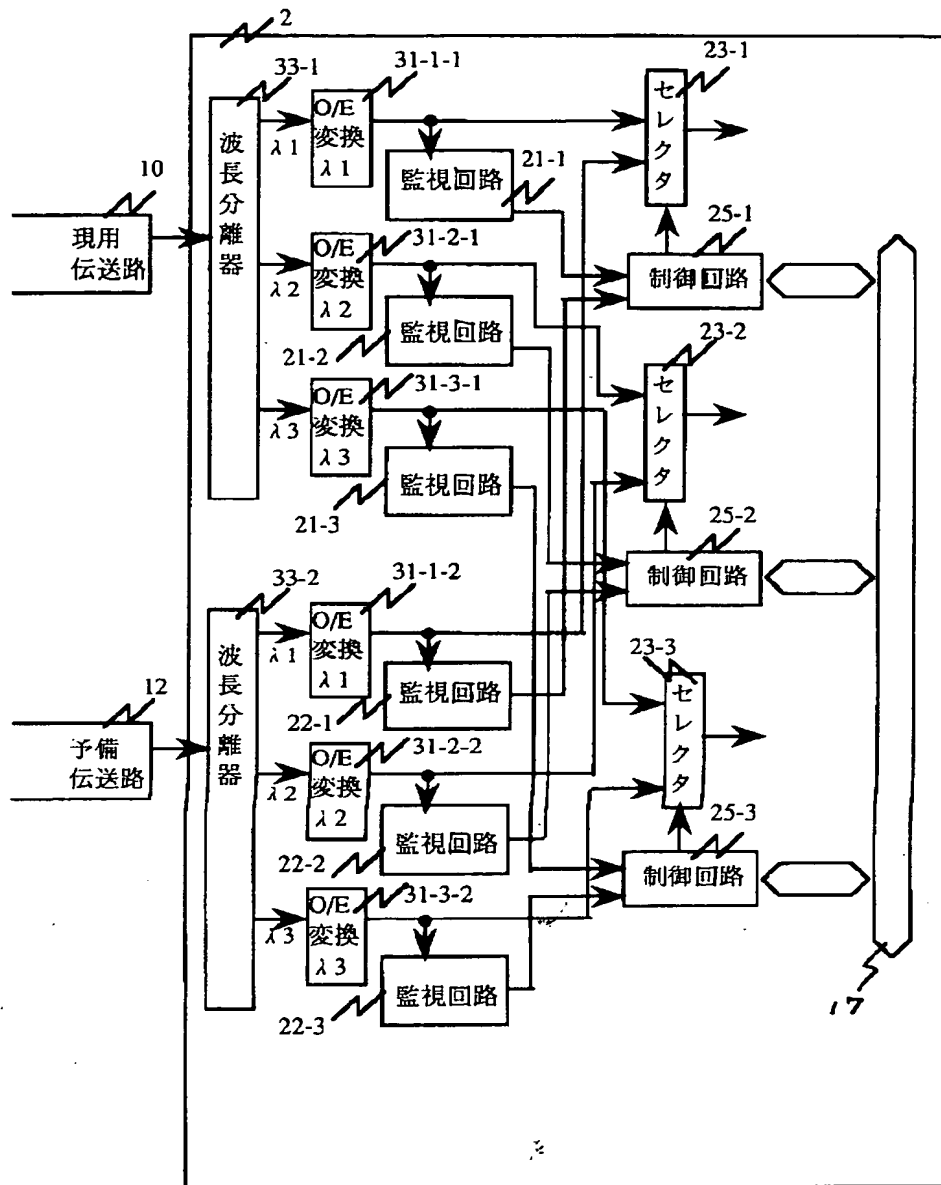
【図2】

図2



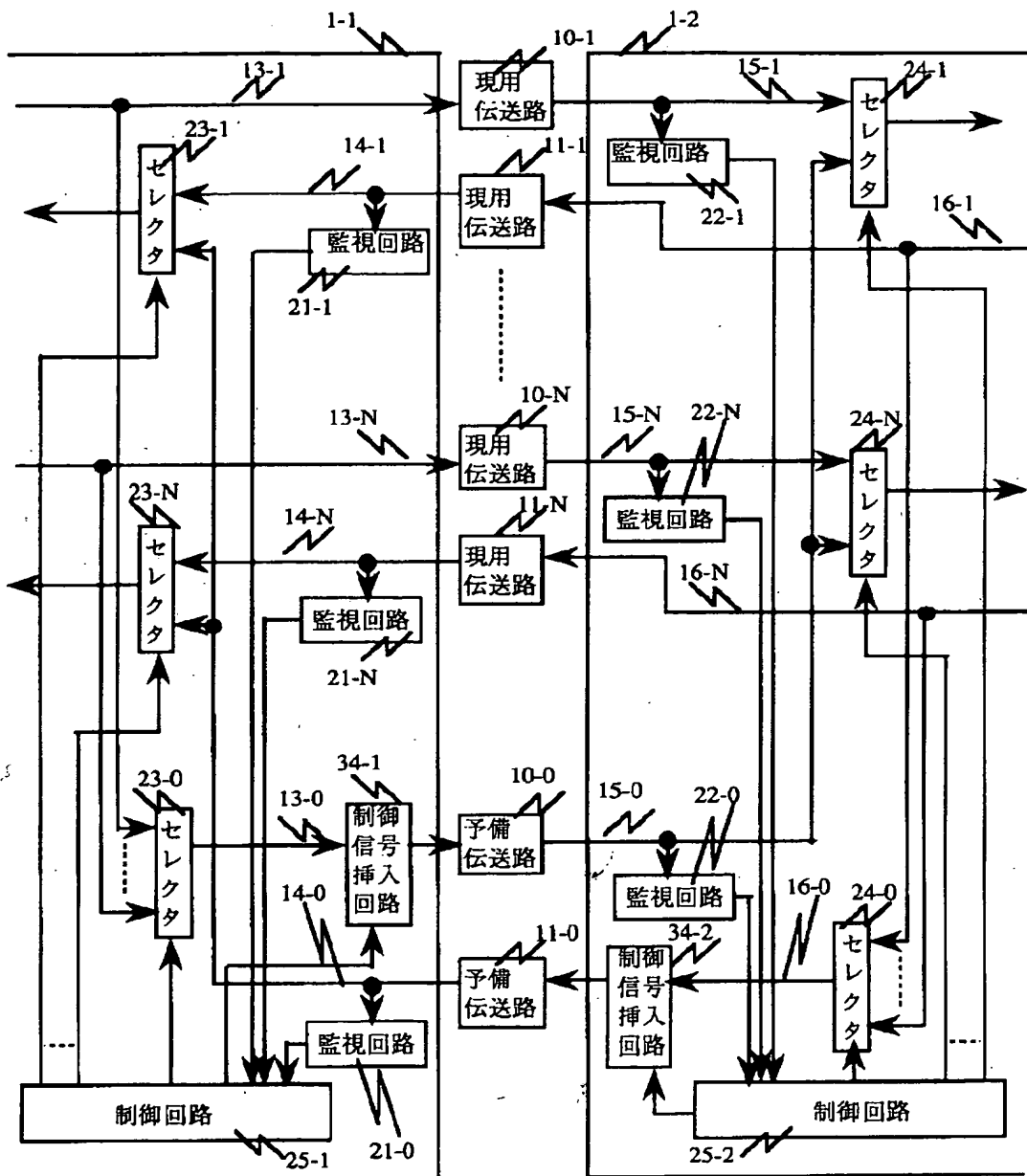
【図1】

図1



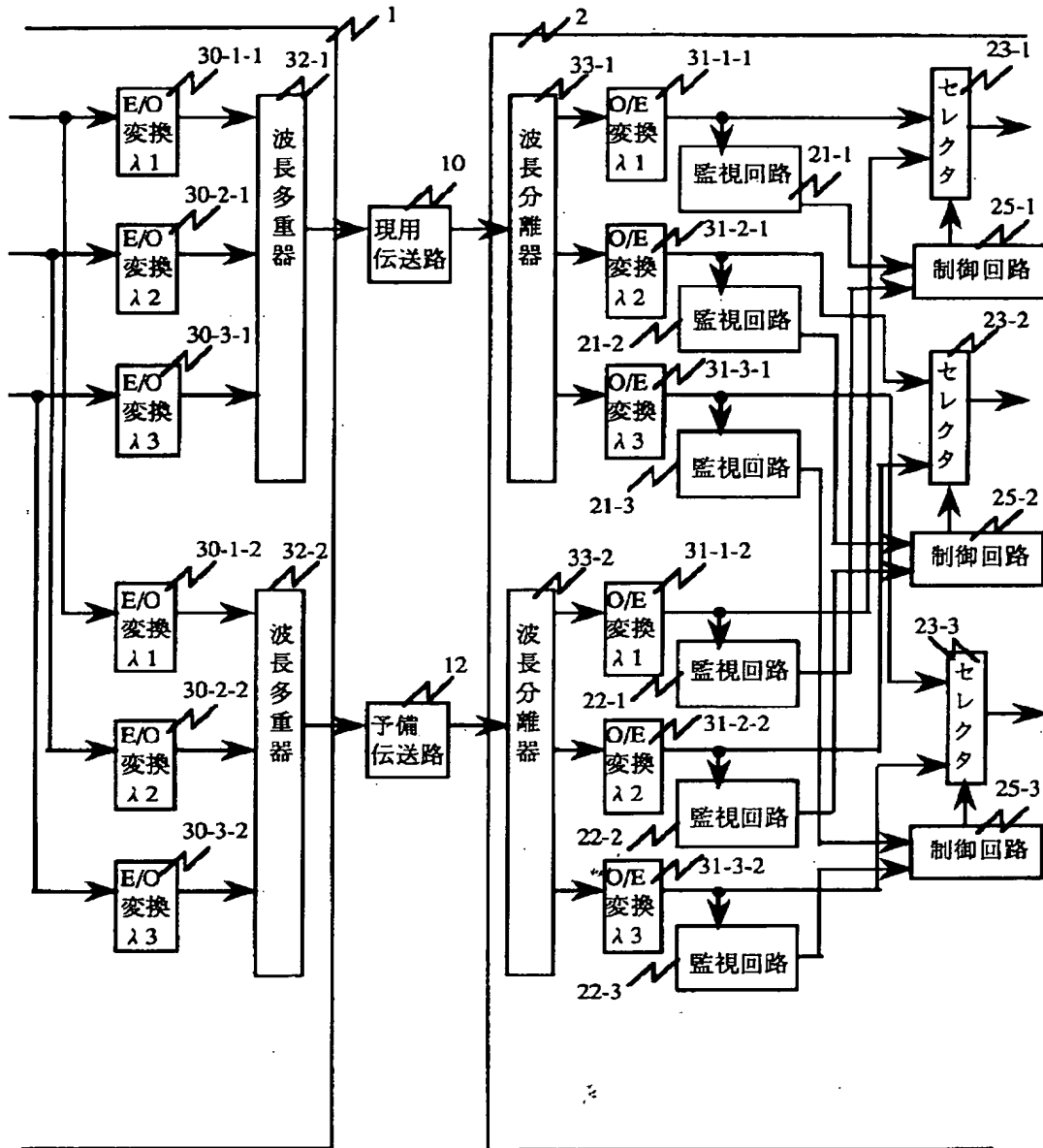
【図3】

図3



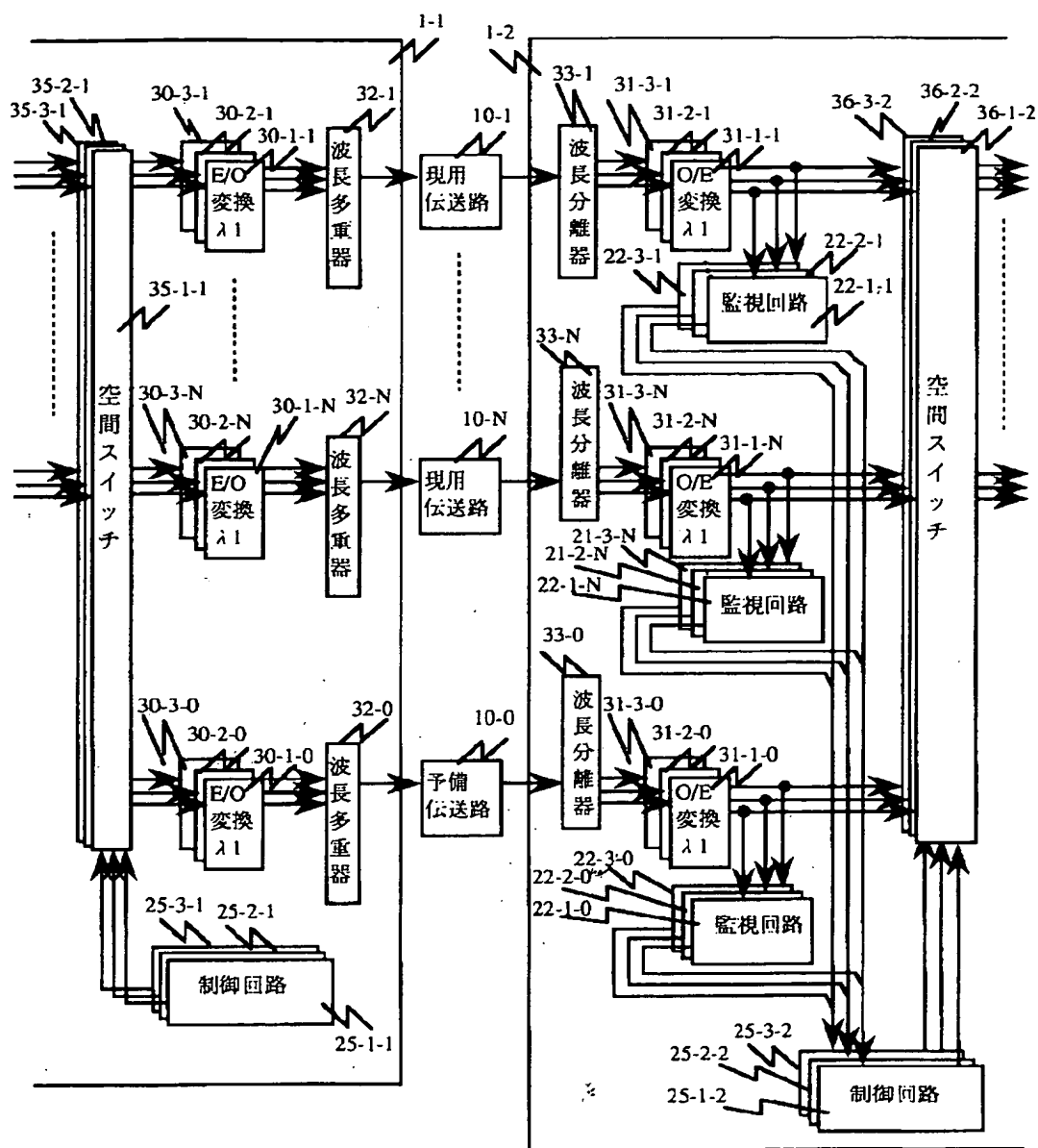
【図4】

図4



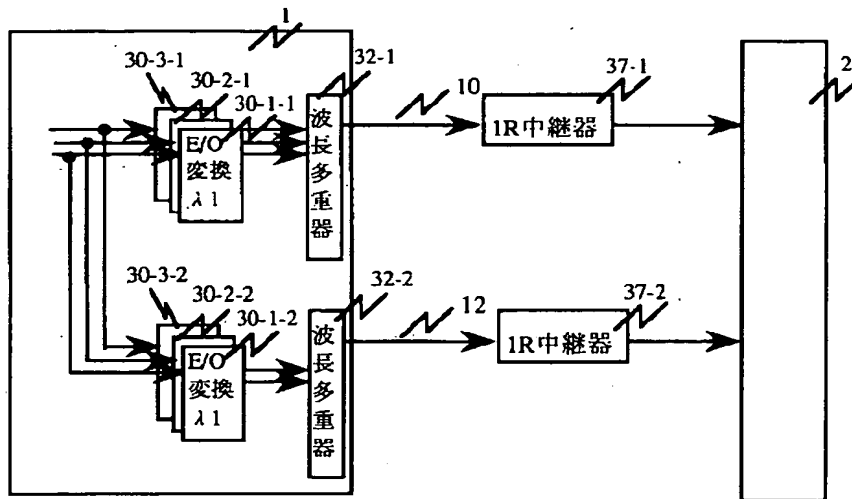
【図5】

図5

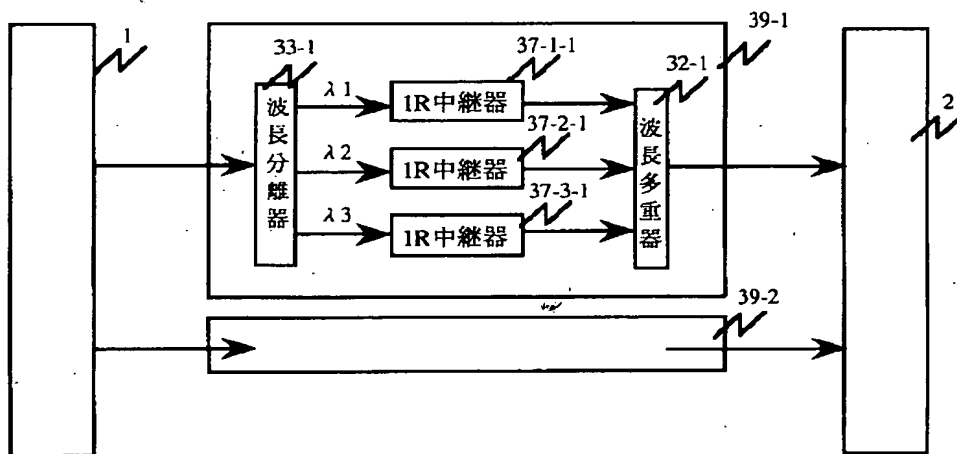


【図6】

図 6



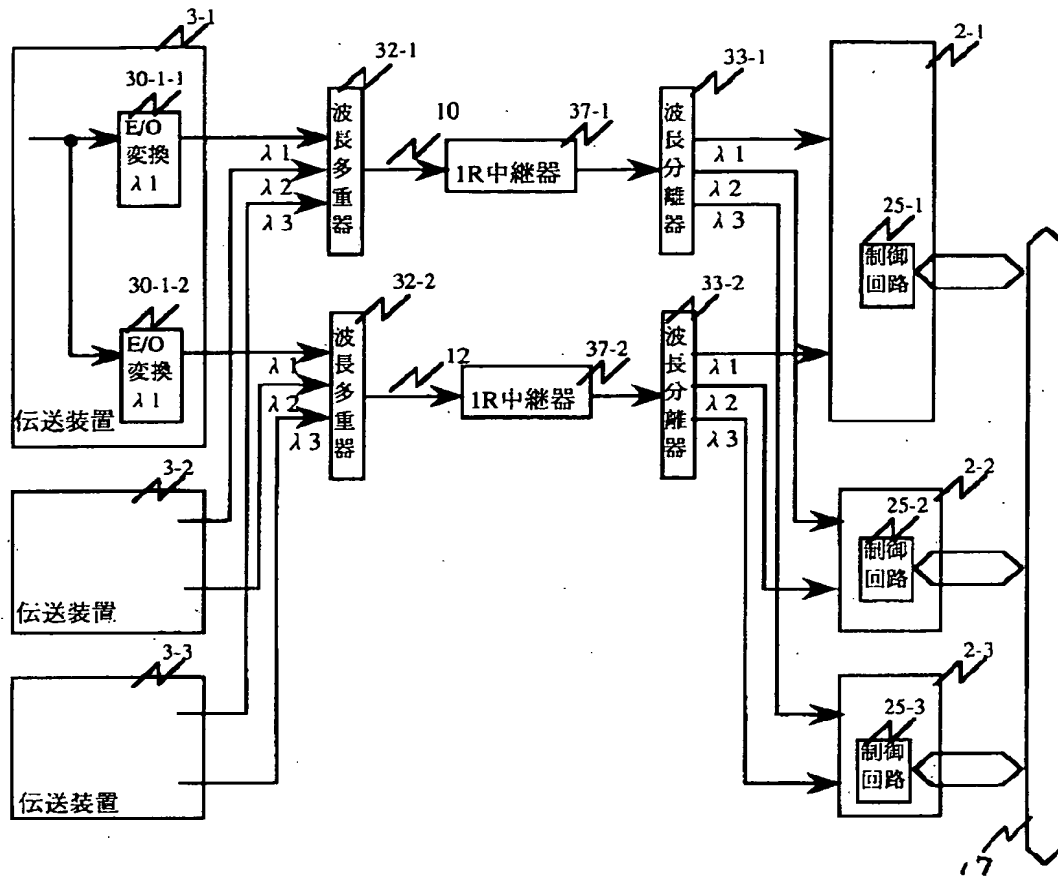
(a) ネットワーク構成



(b) 各波長ごとに1R中継器を用いる場合

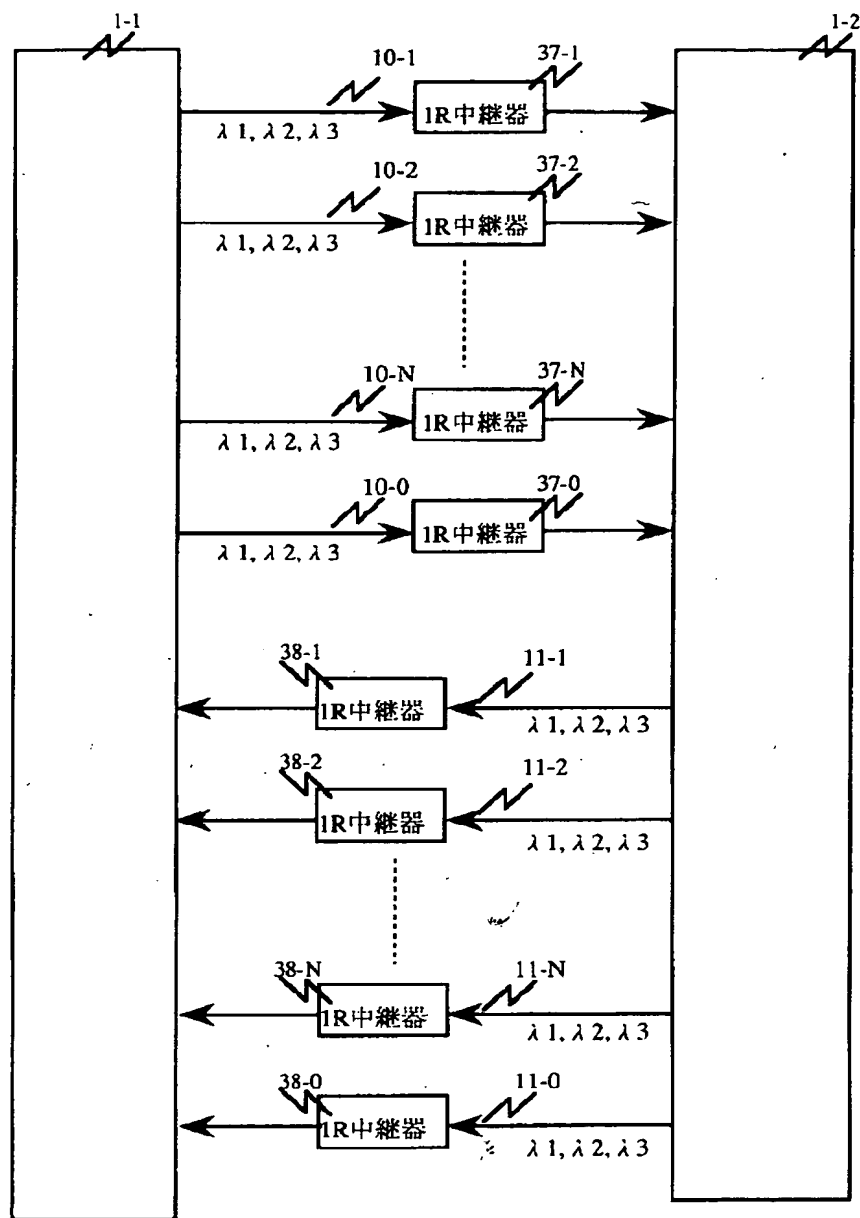
【図7】

図7



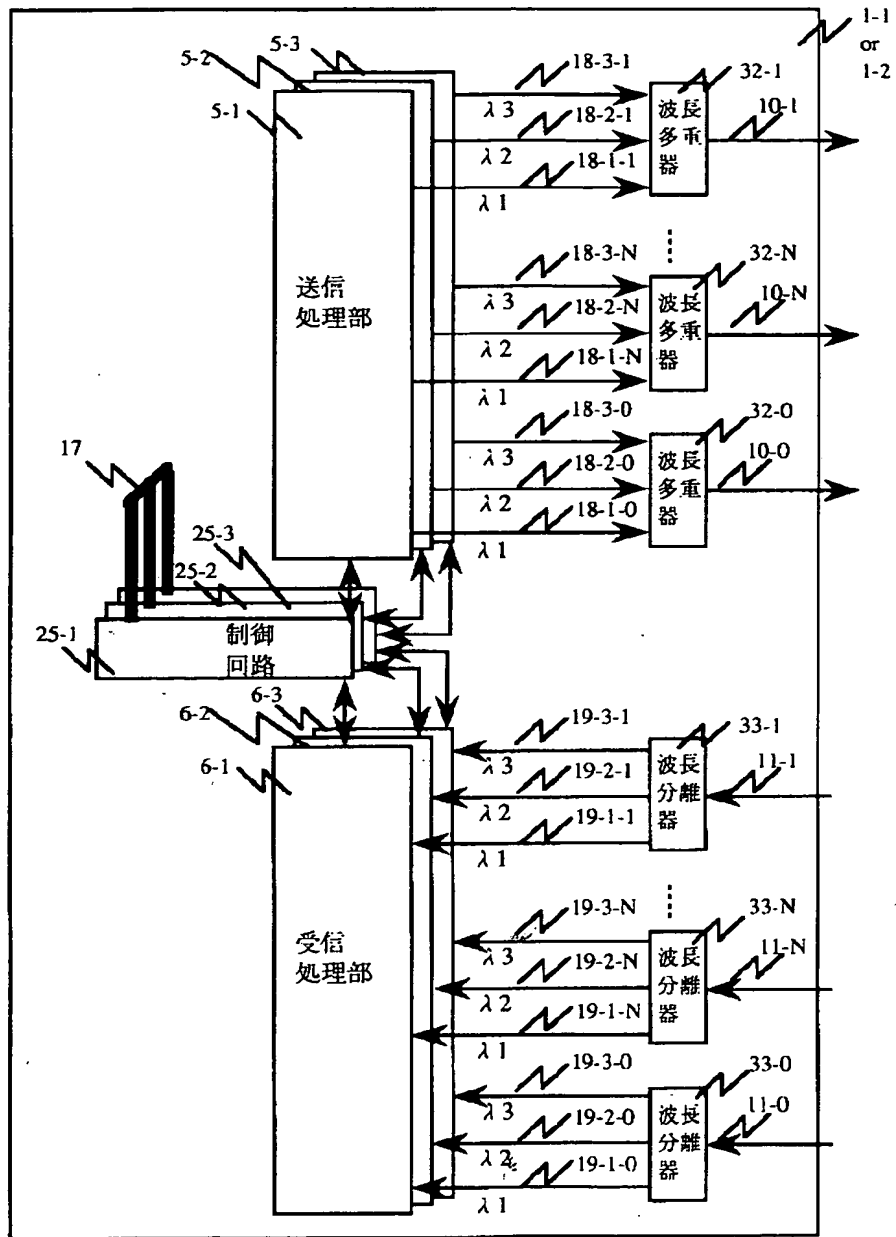
【図8】

図8



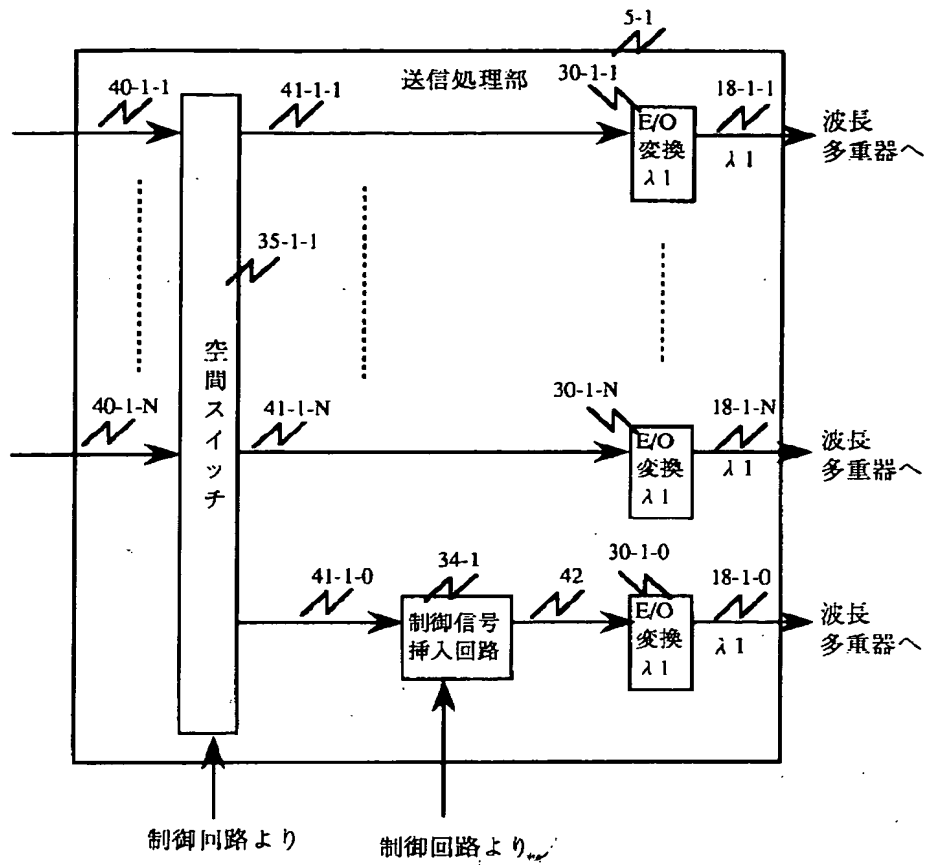
【図9】

図9



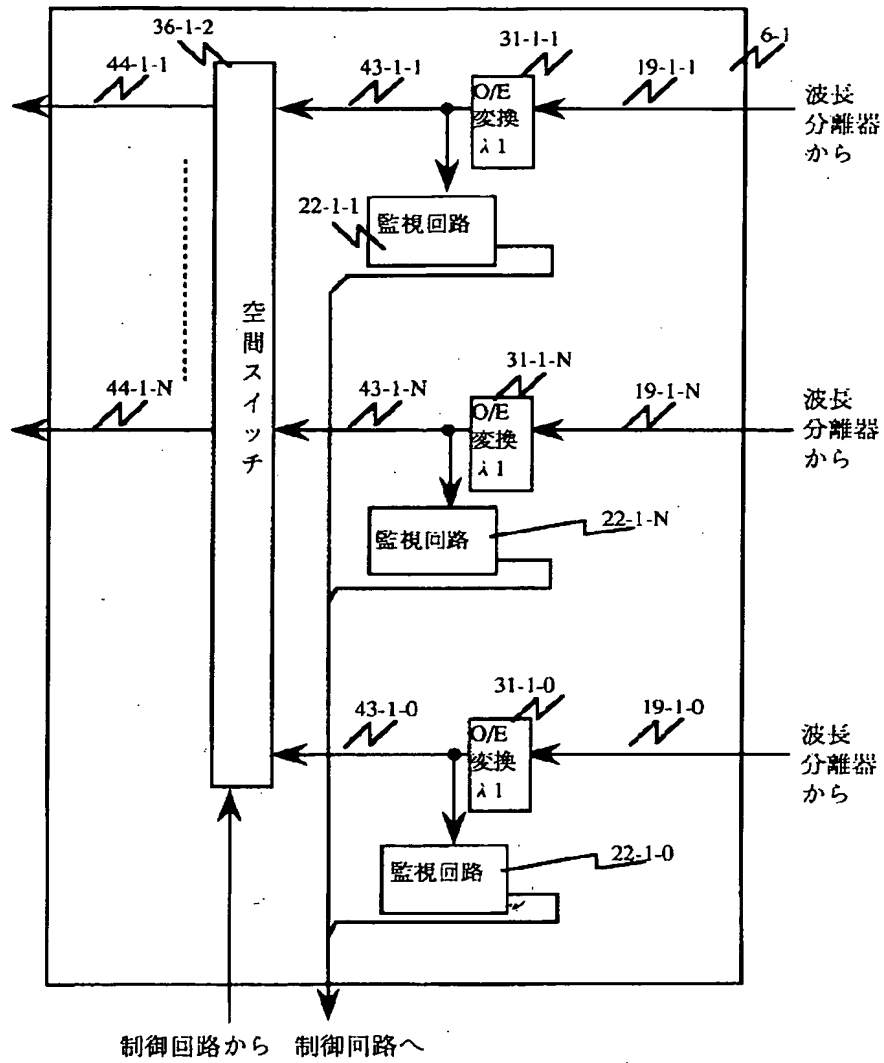
【図10】

図10



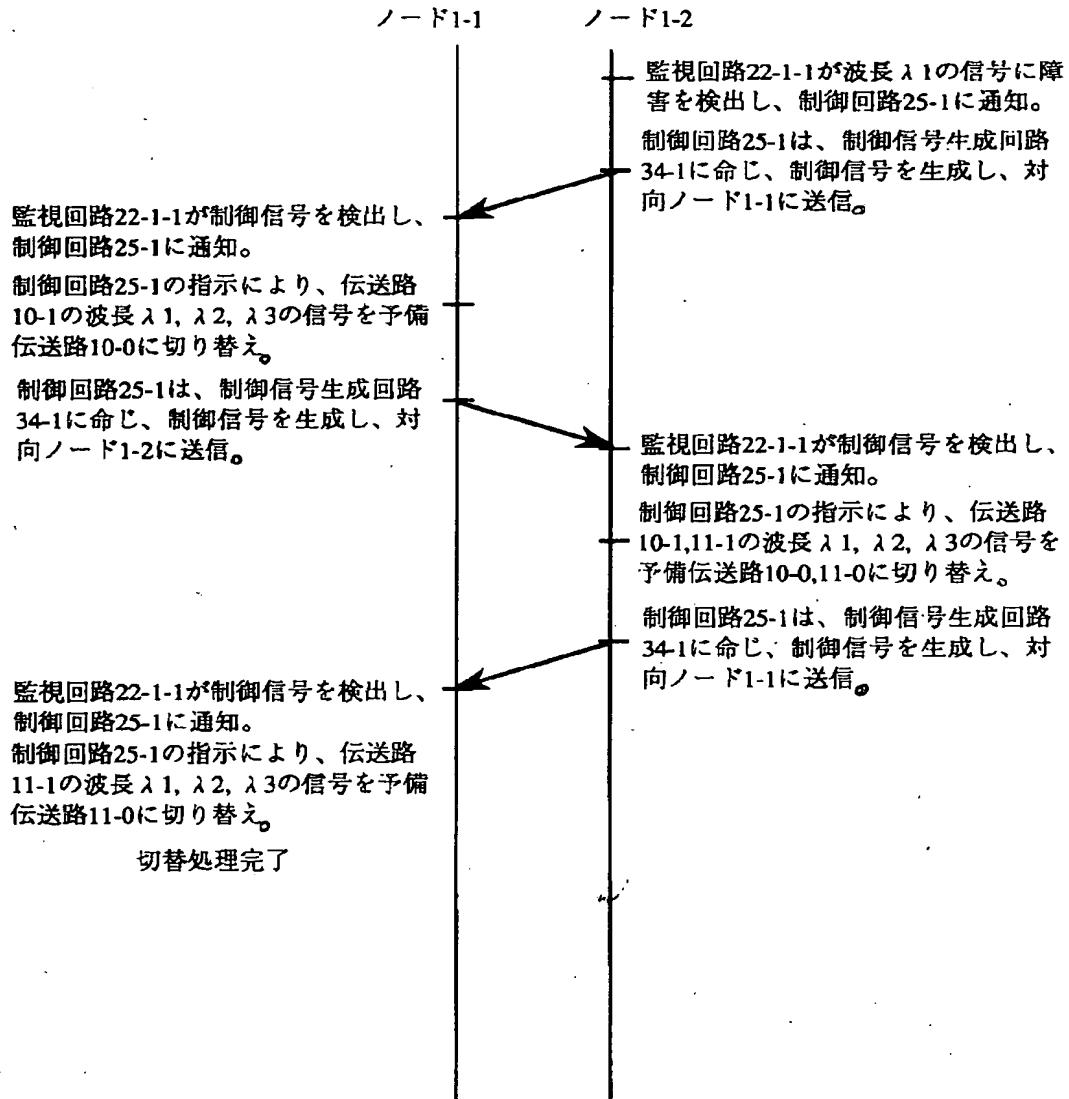
【図 1 1】

図 1 1



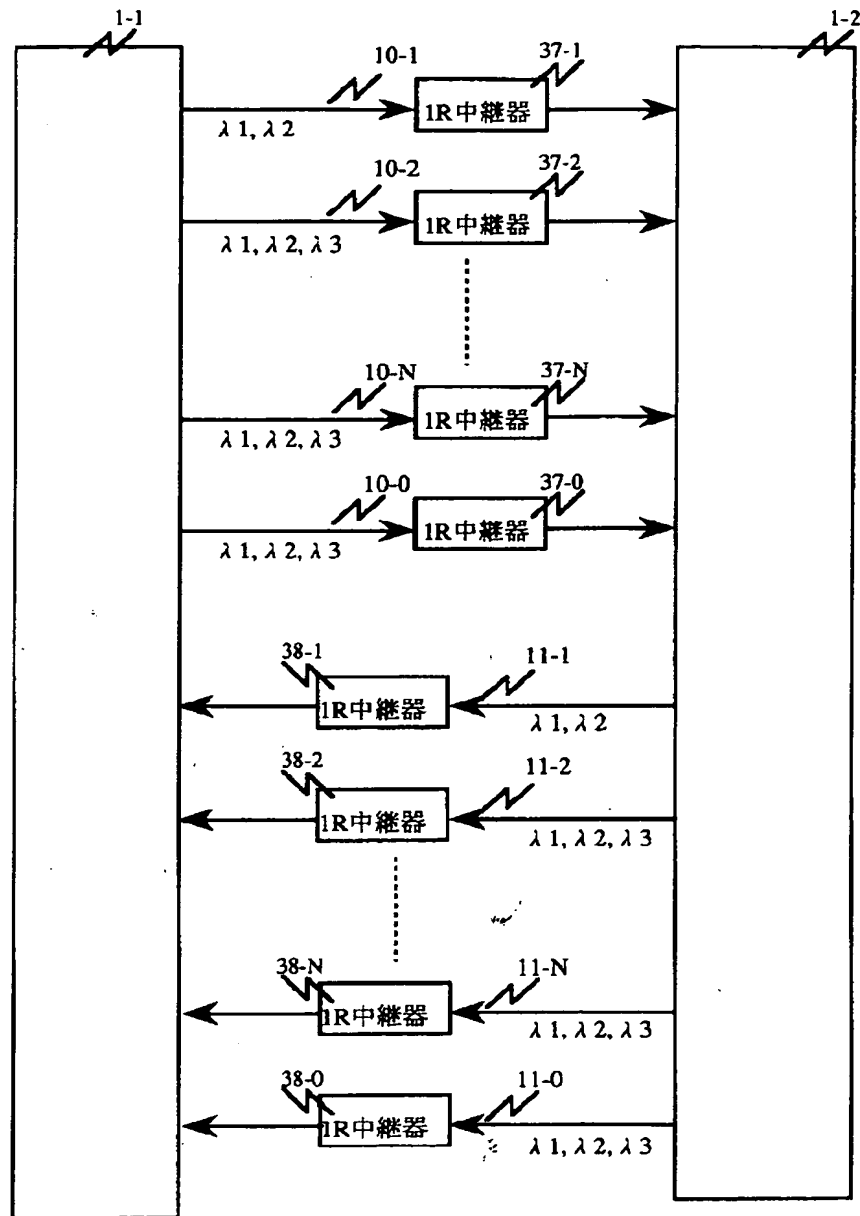
【図12】

図12



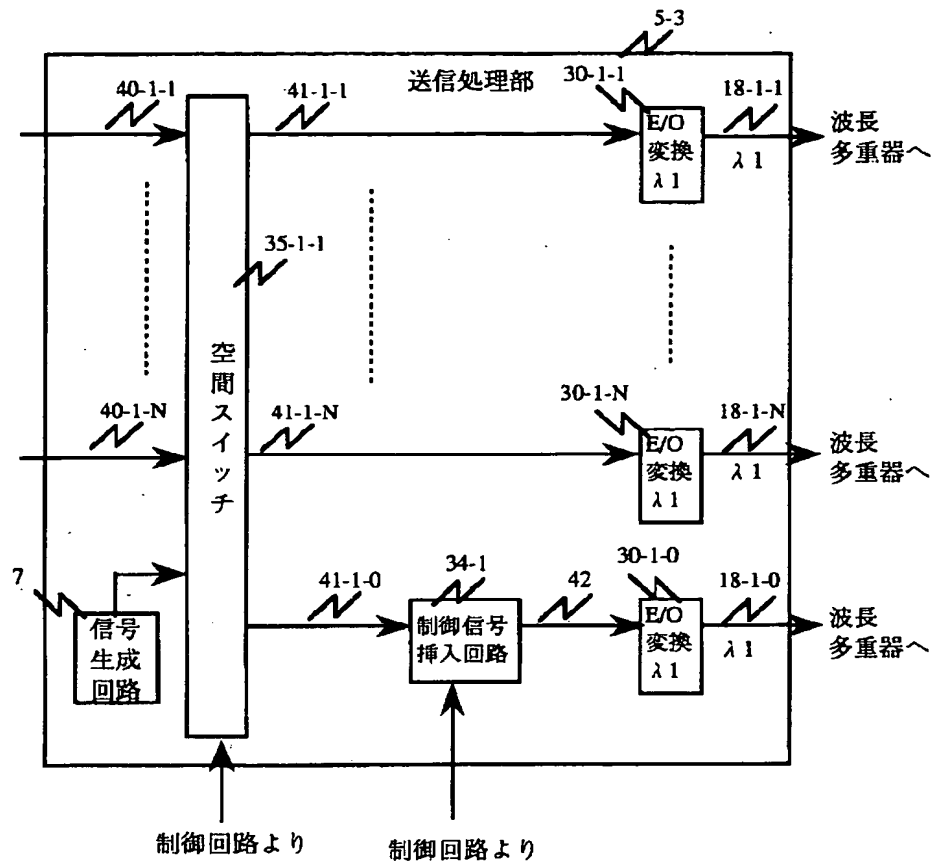
【図13】

図13



【図14】

図14



フロントページの続き

(51) Int. Cl.⁶

H04B 10/08

H04J 1/16

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

H04B 9/00

K